

Number-of-pixels conversion apparatus and display apparatus using the same

Patent Number: ☐ US6546157
Publication date: 2003-04-08
Inventor(s): OKUNO YOSHIKI (JP); SOMEYA JUN (JP)
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)
Requested Patent: ☐ JP2000132136
Application Number: US19990391670 19990908
Priority Number(s): JP19980308425 19981029
IPC Classification: G06K9/32; H04N1/46
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

A number-of-pixels conversion apparatus for converting the number of pixels of an original image or a display apparatus using the same has an interpolation coefficient generator for generating an interpolation coefficient that is obtained by a function with the distance between an interpolation pixel and a reference pixel, said function has a first derivative that is smaller than -1 at least in a partial range, whereby the apparatus enables a pixel data interpolation process that produces a post-conversion image that is low in the degree of blurring even if the original image has a steep density variation

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-132136

(P2000-132136A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 9 G 3/20	6 3 2	G 0 9 G 3/20	6 3 2 C 5 B 0 5 7
	6 5 0		6 5 0 C 5 C 0 7 6
	6 6 0		6 6 0 C 5 C 0 8 0
G 0 6 T 3/40		5/36	5 2 0 F 5 C 0 8 2
G 0 9 G 5/373			5 2 0 H

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-308425

(22) 出願日 平成10年10月29日 (1998. 10. 29)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 奥野 好章

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 染谷 潤

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

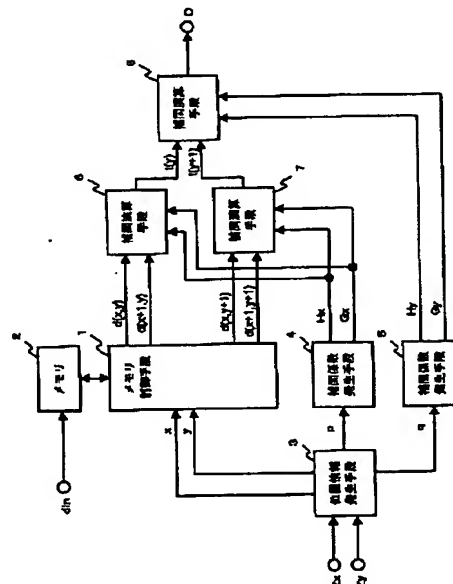
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画素数変換装置

(57) 【要約】

【課題】 画素数を補間演算によって拡大変換する画素数変換装置において、濃度変化の激しい原画像であってもぼやけの少ない滑らかな拡大変換画像を得る。

【解決手段】 原画像の画素データを記憶するメモリ2と、補間に使用する参照画素を原画像データから抽出して参照画素のアドレス情報を発生するとともに、補間画素と参照画素との距離を発生する位置情報発生手段3と、位置情報発生手段3で発生したアドレス情報をもとにメモリ2から補間参照画素データを読み出すメモリ制御手段1と、位置情報発生手段3で発生した補間画素と参照画素との距離に対して単調減少関数で表され、この単調減少関数の少なくとも一部において1次微分が-1より小さい値をとる補間係数を発生する補間係数発生手段4、5と、メモリ制御手段1により読み出された参照画素と補間係数発生手段4、5で発生した補間係数とから補間演算を行う補間演算手段5、6、7とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル画像データの画素数を補間演算によって拡大変換する画素数変換装置であって、原画像のデジタル画素データを一時記憶するメモリと、

補間に使用する参照画素を原画像の前記デジタル画像データから抽出して前記参照画素のアドレス情報を発生するとともに、補間画素と参照画素との距離を発生する位置情報発生手段と、

前記位置情報発生手段によって発生されたアドレス情報をもとに、前記メモリから補間参照画素データを読み出すメモリ制御手段と、

前記位置情報発生手段により発生された補間画素と参照画素との距離に対して単調減少関数で表され、前記単調減少関数の少なくとも一部において 1 次微分が -1 より小さい値をとる補間係数を発生する補間係数発生手段と、

前記メモリ制御手段によって読み出された参照画素と前記補間係数発生手段により発生された前記補間係数とから補間演算を行う補間演算手段とを備えたことを特徴とする画素数変換装置。

【請求項 2】 補間係数発生手段は、補間演算手段の補間特性が補間画素位置を中心として非対称となるような補間係数を発生することを特徴とする請求項 1 に記載の画素数変換装置。

【請求項 3】 補間係数発生手段は、予め与えた定数 K に対して、式 (1) に示す指数演算式に基づく補間係数を発生することを特徴とする請求項 2 に記載の画素数変換装置。

【数 1】

$$H = 1 - L^K \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$G = 1 - H = L^K$$

H, G : 補間係数

L : 補間画素の位置と参照画素との距離

K : 定数

【請求項 4】 補間係数発生手段は、予め与えた定数 a_j, b_j, c_j に対して、式 (2) に示す 1 次演算式に基づく補間係数を発生することを特徴とする請求項 2 に記載の画素数変換装置。

【数 2】

$$H = 1 - \{a_j \cdot (L - b_j) + c_j\} \quad \dots \text{式 (2)}$$

$$G = 1 - H = a_j \cdot (L - b_j) + c_j$$

H, G : 補間係数

a_j, b_j, c_j : 定数

j = 0, 1, 2, 3, ...

【請求項 5】 位置情報発生手段は、拡大倍率の逆数を累積加算し、累積加算結果の整数部分をもとに補間に使用する参照画素のアドレス情報を発生し、前記累積加算結果の小数部分をもとに補間画素と参照画素との距離を

発生することを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の画素数変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、液晶パネル、プラズマ・ディスプレイ・パネル (PDP) あるいはデジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD) 等の複数の画素が 2 次元に配列されたマトリクス型表示デバイスなどを用いた表示装置における画素数変換装置に係わるものであり、さらに詳しくは、画像データ信号をより上位の画素数を持つ表示装置に表示させるための画像データの拡大補間技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の画素数変換に係わる方法には、代表的なものとして、ゼロ次ホールド法あるいは線形補間法によるものがある。まず、原画像と拡大補間後の画像 (変換後画像) との対応を示し、そのうえで線形補間法、ゼロ次ホールド法についての説明を行うことにする。

【0003】x y 直交座標系を用い、x 座標を水平方向、y 座標を垂直方向として、原画像と変換後画像との対応を説明していく。原画像は、水平方向および垂直方向においてサンプリングされ、水平方向に m 画素、垂直方向に n 画素の画像データとされている。この m × n 画素の画像を水平方向に M 画素、垂直方向に N 画素から成る M × N 画素の画像データに拡大する場合を考える。図 18 は、変換前の原画像と拡大変換後の画像との関係を概略的に示す図である。この画像の拡大の例では、m × n 画素からなる原画像が M × N 画素からなる画像へと変換される。"○" は原画像の画素データを示す。変換後画像での "●" は、原画像の画素データ "○" の、変換後画像において対応する画像領域を示す。この場合、水平方向の拡大倍率は M/m、垂直方向の拡大倍率は N/n となる。

【0004】次に、原画像の画素と変換後画像の画素との関係を考えるために、変換後画像の座標を原画像の座標に対して対応させる逆マッピングを行う。図 19 は、変換後画像における画素 D を元の原画像の座標に逆マッピングさせた様子の一例を示す。図において、"○" は原画像の画素、"●" は逆マッピングされた変換後画像の画素を示す。説明のため、原画像の画素は、水平方向および垂直方向に距離 1 で隣接するものとし、濃淡値を d (x, y) という形式で表すことにする。ここで、x および y は整数である。変換後画像の補間画素 D が、周囲の 4 点、d (x, y), d (x+1, y), d (x, y+1) および d (x+1, y+1) から成る領域を、水平方向に p : 1-p、垂直方向に q : 1-q の比率で分ける座標に逆マッピングされている。ここで、0 ≤ p < 1, 0 ≤ q < 1 である。この場合、逆マッピングされた補間画素 D の座標は (x+p, y+q) で表される。

【0005】図20は、特開平9-326958号公報に示された従来の画素数変換装置の例を示す図である。図において、101a、101b、101cおよび101dはメモリ、102はアドレス発生回路、103a、103b、103c、103d、107および113は端子、104aおよび104bはスイッチ回路、105は割り算器、106、109、112および115はラッチ回路、108、114、118a、118bおよび119は加算器、110および116は反転出力を有するラッチ回路、111a、111b、111c、111d、117a、117b、117cおよび117dは乗算器、120および121は反転回路である。

【0006】次に動作について説明する。オリジナル画像の水平方向および垂直方向の画素数 n 、 m と変換後の画像の水平方向および垂直方向の画素数 N 、 M が、端子103a、103b、103cおよび103dから入力される。画素数 N および M は、割り算器105の被除数入力端に、 n および m は割り算器105の除数入力端に供給され、これらを用いて $A=N/n$ 、 $B=M/m$ に基づく除算が行われ、水平方向および垂直方向の変換比率の逆数 $1/A$ および $1/B$ が求められる。水平方向の変換比率の逆数 $1/A$ は、水平補間係数発生回路のラッチ回路106と加算器108によって累積加算され、累積変換比率 $\Sigma(1/A)$ とされる。累積変換率 $\Sigma(1/A)$ は、アドレス発生回路102およびラッチ回路110に供給される。アドレス発生回路102では、累積変換比率 $\Sigma(1/A)$ から整数部が抽出され変換後の画素を逆マッピングした座標 x とされる。

【0007】ラッチ回路110では、小数部が抽出され補間係数 p とされる。補間係数 p は乗算器111aおよび111bに供給されるとともに反転回路120に供給される。反転回路120において、 $1-p$ が出力され、乗算器111cおよび111dに供給される。一方、割り算器105から出力された垂直方向の変換比率の逆数 $1/B$ も垂直補間係数発生回路に供給され、累積変換比率 $\Sigma(1/B)$ が出力される。累積変換率 $\Sigma(1/B)$ はアドレス発生回路102およびラッチ回路116に供給され、座標 y および補間係数 q が出力される。補間係数 q は乗算器111a、111cおよび反転回路121に供給される。反転回路121では $1-q$ が出力され、乗算器111bおよび111dに供給される。

【0008】図20に示したアドレス発生回路102において、原画像における4点の座標を読み出すためのアドレス (x, y) 、 $(x+1, y)$ 、 $(x, y+1)$ 、 $(x+1, y+1)$ が発生され、メモリ101a、101b、101cおよび101dに供給される。供給されたアドレスに基づき、メモリ101から画素データ（濃淡値） $d(x, y)$ 、 $d(x+1, y)$ 、 $d(x, y+1)$ 、 $d(x+1, y+1)$ が読み出され、乗算器117a、117b、117cおよび117dに供給さ

れる。補間係数 p 、 q および補間係数の1に対する補数 $1-p$ 、 $1-q$ が供給された乗算器111a、111b、111cおよび111dと、濃淡値 $d(x, y)$ 、 $d(x+1, y)$ 、 $d(x, y+1)$ 、 $d(x+1, y+1)$ が供給された乗算器117a、117b、117cおよび117dと加算器118a、118bおよび119によって線形補間演算が行われ、変換後の画素の濃淡値が求められる。

【0009】以上で説明した方法においては、水平方向の補間と垂直方向の補間を組み合わせたものである。その様子を図21および図22に示す。まず、図21において、画素 $d(x, y)$ から水平方向に距離 p に位置する仮の画素 $t(y)$ を考えると、 $t(y)$ の濃度値は $d(x, y)$ と $d(x+1, y)$ との補間から求めることができる。同様に $d(x+1, y)$ および $d(x+1, y+1)$ から $t(y+1)$ を求めることができる。次に、図22において、 $t(y)$ から垂直方向に距離 q に位置する補間画素 D を、 $t(y)$ および $t(y+1)$ から求めることができる。

【0010】このように、補間画素 D の濃度値は、水平方向の補間を行った後に、水平方向の補間結果について垂直方向の補間を行うことによって求めることができる。また、水平方向の補間と垂直方向の補間は、互いに直交した座標軸方向についてのみ行われるため、互いに独立な処理として扱うことができる。従って、水平方向および垂直方向の補間の組み合わせによる補間特性を論ずるには、水平方向あるいは垂直方向いずれかについての補間特性を考えれば良い。以降では、水平方向および垂直方向いずれかの方向の補間特性を、単に補間特性と呼ぶことにする。

【0011】図21での $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間を例に説明を行う。図23は線形補間法の補間係数を示す図である。図23の横軸は逆マッピングされた補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ との距離 p を示し、縦軸は補間係数の値を示す。図23(1)の H は、参照画素 $d(x, y)$ に乘ぜられる補間係数であり、図23(2)の G は参照画素 $d(x+1, y)$ に乘ぜられる補間係数であり、補間係数 H および G は、 $H=1-p$ 、 $G=p$ と表される。図23(1)に示すように、補間係数 H は、補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ の距離を示す値 p の増加に伴って、直線的に一樣な割合で減少する。一方、図23(2)に示すように、補間係数 G も同様に、補間画素 D と参照画素 $d(x+1, y)$ との距離 $1-p$ の増加、すなわち p の減少に伴って、直線的に一樣な割合で減少する。

【0012】図24は、これらの線形補間法による補間係数を用いた場合の補間特性を示す図である。図において、縦軸は補間係数を示し、横軸は逆マッピングされた補間画素 D の座標位置からの相対位置を示す。横軸負側

では補間係数 H が対応し、横軸 $-p$ での補間係数が $d(x, y)$ に乗ずる補間係数 H である。また、横軸正側では補間係数 G が対応し、横軸 $1-p$ での補間係数が $d(x+1, y)$ の補間係数 G である。図24において、線形補間法による補間特性は横軸0に対して正負側で対称となっている。

【0013】ゼロ次ホールド法は、逆マッピングされた変換後画像の画素位置からもっとも距離の小さい原画像の画素の濃度値を、補間値として用いる方法である。図21での $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(x)$ を求める場合を例に用いると、例えば、 $p < 0$ 、5の場合では、 $d(x, y)$ が $t(x)$ の濃度値として用いられる。これが、水平方向および垂直方向において、拡大変換後の画素それぞれについて実施され、画像の拡大が行われる。この方法で拡大された画像では、画素数の増分だけ、原画像の画素が重複して出現する。

【0014】図25はゼロ次ホールド法の補間係数を示す図である。図において、横軸は逆マッピングされた補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ との距離 p を示し、縦軸は補間係数の値を示す。図25(1)の H は、原画像の画素 $d(x, y)$ に乗ぜられる補間係数であり、図25(2)の G は $d(x+1, y)$ に乗ぜられる補間係数である。図25(1)に示すように、補間係数 H は、補間画素 D と原画像の画素 $d(x, y)$ の距離 p の増加に伴い、 $p = 0$ 、5を境に $H = 1$ から $H = 0$ へと切り替わる。一方、補間係数 G も同様に、補間画素 D と原画像の画素 $d(x+1, y)$ との距離 $1-p$ の増加、すなわち p の減少にともなって、図25(2)に示すように、 $p = 0$ 、5を境に $G = 1$ から $G = 0$ へと切り替わる。

【0015】図26に、これらの補間係数を用いた場合の補間特性を示す。縦軸は補間係数を示し、横軸は逆マッピングされた補間画素 D の座標位置からの相対位置を示す。横軸負側では補間係数 H が対応し、正側では補間係数 G が対応する。図26において、ゼロ次ホールド法の補間特性も横軸0に対して正負側で対称となる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】従来のデジタル画像の画素数変換装置は、以上のように構成されていたので、以下のような問題点があった。まず、線形補間法は、参照画素と逆マッピングされた補間画素との距離の増加に伴って、補間係数が直線的に様な割合で緩やかに減少するため、拡大倍率によらず滑らかな拡大変換画像を得ることができる。その反面、補間係数の変化が直線的で緩やかなため、原画像の濃度値の変化が激しい部分においては、変換後画像の対応部分の濃度値の変化も緩やかになってしまい、画像にぼやけが生じる。PC（パーソナル・コンピュータ）やWS（ワークステーション）などの表示出力には、文字、図形あるいはGUI（グラフィカル・ユーザー・インタフェース）の場合が多い。特に、文字や線は濃淡値が激しく変化する箇所そ

のものであるため、ぼやけの影響が強く現われやすく、表示内容の理解の妨げとなっていた。

【0017】また、ゼロ次ホールド法では、原画像の画素の濃度値をそのまま拡大後画像の画素の濃度値として用いるため、画像のぼやけは生じない。しかし、水平方向および垂直方向の拡大倍率が整数倍でない場合に、以下のような問題点がある。例えば、水平方向の拡大倍率が1.25倍のときでは、原画像の水平4画素に対して変換後画像の5画素を発生させるため、原画像の4画素中1画素だけが2回出現する。このように拡大倍率が整数倍でない場合に、原画像の画素ごとに拡大後の画像での出現回数が異なるため、拡大後の画像において、縦線および横線の太さが画像内の位置によって均一でなくなったり、斜め線が滑らかにならないような画質劣化が生じる。

【0018】この発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、濃度変化の激しい原画像であっても、より上位の画素数の表示デバイスを有した表示装置に滑らかでぼやけの少ない拡大変換画像を供給することのできる画素数変換装置を得ることを目的とする。また、拡大倍率が整数倍でない任意の拡大倍率に対しても画質劣化の生じない画素数変換装置を得ることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】この発明に係る画素数変換装置は、デジタル画像データの画素数を補間演算によって拡大変換する画素数変換装置であって、原画像のデジタル画素データを一時記憶するメモリと、補間に使用する参照画素を原画像の前記デジタル画像データから抽出して参照画素のアドレス情報を発生するとともに、補間画素と参照画素との距離を発生する位置情報発生手段と、位置情報発生手段によって発生されたアドレス情報をもとに、メモリから補間参照画素データを読み出すメモリ制御手段と、位置情報発生手段により発生された補間画素と参照画素との距離に対して単調減少関数で表され、この単調減少関数の少なくとも一部において1次微分が-1より小さい値をとる補間係数を発生する補間係数発生手段と、メモリ制御手段によって読み出された参照画素と前記補間係数発生手段により発生された前記補間係数とから補間演算を行う補間演算手段とを備えたものである。

【0020】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、補間演算手段の補間特性が補間画素位置を中心として非対称となるような補間係数を発生するものである。

【0021】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、予め与えた定数 K に対して、次の式(1)に示す指数演算式に基づく補間係数を発生するものである。

【0022】

【数3】

$$H = 1 - L^K$$

$$G = 1 - H = L^K$$

H, G: 補間係数

L: 補間画素の位置と参照画素との距離

K: 定数

・・・式(1)

【0023】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、予め与えた定数 a_j , b_j , c_j に対して、次の式(2)に示す1次演算式に基づく補間係

【0024】

【数4】

$$H = 1 - \{a_j \cdot (L - b_j) + c_j\}$$

$$G = 1 - H = a_j \cdot (L - b_j) + c_j$$

H, G: 補間係数

 a_j, b_j, c_j : 定数 $j = 0, 1, 2, 3, \dots$

・・・式(2)

【0025】また、この発明に係る画素数変換装置の位置情報発生手段は、拡大倍率の逆数を累積加算し、累積加算結果の整数部分をもとに補間に使用する参照画素のアドレス情報を発生し、累積加算結果の小数部分をもとに補間画素と参照画素との距離を発生するようにしたものである。

【0026】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、本発明の一実施の形態を図面に基いて説明する。図1はこの発明の実施の形態1による画素数変換装置を示すブロック図であり、図において、1はメモリ制御手段、2はメモリ、3は位置情報発生手段、4および5は補間係数発生手段、6、7および8は補間演算手段である。図2は補間係数発生手段4および5の構成の一例を示すブロック図であり、例えば、次の式(1)に示される指数演算式に基づく補間係数を発生するものである。

【0027】

【数5】

$$H = 1 - L^K$$

$$G = 1 - H = L^K$$

H, G: 補間係数

L: 補間画素の位置と参照画素との距離

K: 定数

・・・式(1)

【0028】図において、9はK乗演算値発生手段、10は減算手段、11、12および13は端子である。図3は補間演算手段6、7および8の構成を示すブロック図であり、図において、14および15は乗算手段、16は加算手段、17、18、19、20および21は端子である。

【0029】次に動作について説明する。原画像の画素

データ d_{in} が、メモリ制御手段1を介してメモリ2へ一時記憶される。倍率情報 $Z (Z_x, Z_y)$ が位置情報発生手段3に入力される。位置情報発生手段3では倍率情報 $Z (Z_x, Z_y)$ に従って、原画像の画素データから補間演算に使用する参照画素を特定する水平方向および垂直方向のアドレス情報 (x, y) と、参照画素のうちアドレス情報 (x, y) に位置する画素 $d(x, y)$ と補間画素との間の水平方向距離 p および垂直方向の距離 q が発生される。アドレス情報 (x, y) はメモリ制御手段1に供給される。

【0030】メモリ制御手段1では、アドレス情報 (x, y) をもとに、参照画素として原画像の画素データ $d(x, y)$, $d(x+1, y)$, $d(x, y+1)$ および $d(x+1, y+1)$ がメモリから読み出され、 $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ が補間演算手段6に、 $d(x, y+1)$ および $d(x+1, y+1)$ が補間演算手段7にそれぞれ供給される。位置情報発生手段3で発生された参照画素 $d(x, y)$ と補間画素 D との水平方向および垂直方向の距離 p および q は、それぞれ補間係数発生手段4および5に供給される。

【0031】補間係数発生手段4の動作を、図2を用いて説明する。位置情報発生手段3で発生された水平方向の距離 p は、端子11から入力され、K乗演算値発生手段9に供給される。K乗演算値発生手段9では、 p のK乗が発生され、減算回路10に供給されるとともに、端子12より出力される。減算回路10では、 p のK乗が定数1から減じられ、減算結果は端子13から出力される。端子13および端子12からの出力は、 $L = p$ を代入した場合の式(1)の指数演算式に基づいており、水平方向の補間係数 H_x および G_x として、補間演算手段6および7に供給される。

【0032】同様に、補間係数発生手段5の動作を、図2を用いて説明する。位置情報発生手段3で発生された垂直方向の距離 q は、端子11から入力され、K乗演算値発生手段9に供給される。K乗演算値発生手段9では、 q のK乗が発生され、減算回路10に供給されるとともに、端子12より出力される。減算回路10では、 q のK乗が定数1から減じられ、減算結果は端子13から出力される。端子13および端子12からの出力は、 $L = q$ を代入した場合の式(1)の指数演算式に基づいており、垂直方向の補間係数 H_y および G_y として、補間演算手段8に供給される。

【0033】補間演算手段6の動作を、図3を用いて説明する。図1に示されたメモリ制御手段1で発生された参照画素データ $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ は、図3に示した端子17および19からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ供給される。図1に示された補間係数発生手段4で発生された水平方向の補間係数 H_x および G_x は、端子18および20からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ

れ供給される。乗算手段14では、参照画素データ $d(x, y)$ と補間係数 Hx とから、乗算結果 $Hx \cdot d(x, y)$ が発生され、加算手段16に供給される。

【0034】一方、乗算手段15においては、参照画素データ $d(x+1, y)$ と補間係数 Gx とから、乗算結果 $Gx \cdot d(x+1, y)$ が発生され、加算手段16に供給される。加算手段16では、乗算結果 $Hx \cdot d(x, y)$ と乗算結果 $Gx \cdot d(x+1, y)$ とから、加算結果 $Hx \cdot d(x, y) + Gx \cdot d(x+1, y)$ が発生される。この加算結果は、参照画素 $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ の水平方向の補間演算結果 $t(y)$ として端子21から出力され、補間演算手段8に供給される。

【0035】同様に、補間演算手段7の動作を、図3を用いて説明する。メモリ制御手段1で発生された参照画素データ $d(x, y+1)$ および $d(x+1, y+1)$ は、端子17および19からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ供給される。補間係数発生手段4で発生された水平方向の補間係数 Hx および Gx は、端子18および20からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ供給される。乗算手段14では、参照画素データ $d(x, y+1)$ と補間係数 Hx とから、乗算結果 $Hx \cdot d(x, y+1)$ が発生され、加算手段16に供給される。

【0036】一方、乗算手段15においては、参照画素データ $d(x+1, y+1)$ と補間係数 Gx とから、乗算結果 $Gx \cdot d(x+1, y+1)$ が発生され、加算手段16に供給される。加算手段16では、乗算結果 $Hx \cdot d(x, y+1)$ と乗算結果 $Gx \cdot d(x+1, y+1)$ とから、加算結果 $Hx \cdot d(x, y+1) + Gx \cdot d(x+1, y+1)$ が発生される。この加算結果は、参照画素 $d(x, y+1)$ および $d(x+1, y+1)$ の水平方向の補間演算結果 $t(y+1)$ として端子21から出力され、補間演算手段8に供給される。

【0037】補間演算手段8での動作を、図3を用いて説明する。水平方向の補間演算結果 $t(y)$ および $t(y+1)$ が、端子17および19からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ供給される。補間係数発生手段5で発生された垂直方向の補間係数 Hy および Gy は、端子18および20からそれぞれ入力され、乗算手段14および15にそれぞれ供給される。乗算手段14では、水平方向の補間演算結果 $t(y)$ と補間係数 Hy とから、乗算結果 $Hy \cdot t(y)$ が発生され、加算手段16に供給される。

【0038】一方、乗算手段15においては、水平方向の補間演算結果 $t(y+1)$ と補間係数 Gy とから、乗算結果 $Gy \cdot t(y+1)$ が発生され、加算手段16に供給される。加算手段16では、乗算結果 $Hy \cdot t(y)$ と乗算結果 $Gy \cdot t(y+1)$ とから、加算結果 $Hy \cdot t(y) + Gy \cdot t(y+1)$ が発生され、端子

21から出力される。この加算結果は、水平方向の補間演算結果 $t(y)$ および $t(y+1)$ の垂直方向の補間演算結果であり、つまりは参照画素 $d(x, y+1)$ 、 $d(x+1, y)$ 、 $d(x, y+1)$ および $d(x+1, y+1)$ の補間画素Dの濃度値である。このようにして、拡大変換後の補間画素Dが発生される。

【0039】図4は、図2に示した補間係数発生手段4および5によって発生される補間係数を示す略図である。まず、図21に示した $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間の例を対応させながら、補間係数発生手段4について説明を行う。図4の横軸は、逆マッピングされた補間画素Dと参照画素 $d(x, y)$ との水平方向あるいは垂直方向の距離を示す。補間係数発生手段4には、補間画素Dと参照画素 $d(x, y)$ との水平方向の距離 p が供給される。

【0040】この場合、図4においては、補間画素の位置と参照画素との距離である L は、 $L=p$ である。図2に示した補間係数発生手段4および5は、式(1)の指数関数演算に基づく補間係数を発生するものであり、水平方向の補間係数 Hx および Gx は、 $L=p$ を式(1)に代入したときの H および G である。図4(1)の H は、参照画素 $d(x, y)$ に乗ぜられる補間係数であり、図4(2)の G は参照画素 $d(x+1, y)$ に乗ぜられる補間係数である。図4(1)に示すように、補間係数 H は、補間画素Dと参照画素 $d(x, y)$ の距離を示す値 $L (=p)$ の増加に伴って、単調減少しており、 $L=1$ に近い領域で H の傾きは -1 より小さい。

【0041】一方、図4(2)に示すように、補間係数 G は L の増加に伴って、単調増加しており、 $L=1$ に近い領域での G の傾きは 1 より大きい。逆に、補間画素Dと参照画素 $d(x+1, y)$ との距離 $1-L$ の増加、すなわち L の減少に伴って G は単調減少しているといえる。補間係数発生手段5については、図22における垂直方向の補間の例が対応しており、式(1)に $L=q$ を代入させた場合を考えれば良いので、詳しい説明を省略する。

【0042】図4に示したとおり、補間画素と参照画素の距離に対しての補間係数 H および G は、 $L=1$ に近い領域で急峻な変化をする。補間係数とは、それぞれ対応する参照画素が、補間画素に対してどれだけの寄与があるかを示す係数である。補間画素への参照画素の寄与の割合の変化が急峻なものとなるため、ぼやけの少ない拡大変換画像を得ることができる。

【0043】図5に、これらの補間係数を用いた場合の補間演算手段6、7および8の補間特性を示す略図である。縦軸は補間係数を示し、横軸は逆マッピングされた補間画素の座標位置からみた相対位置を示す。図21に示した $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間の例を対応させると、図5において $L=p$ である。横軸負側には補間係数 H が対

応し、横軸 $-L$ ($=-p$)での補間係数が $d(x, y)$ に乗ずる補間係数 H である。また、横軸正側には補間係数 G が対応し、横軸 $1-L$ ($=1-p$)での補間係数が $d(x+1, y)$ の補間係数 G である。図5に示した補間特性は、横軸0点の位置を中心軸として非対称となっている。以降では、単に非対称な補間特性と呼ぶことにする。

【0044】図6に、拡大倍率1.25の水平方向の拡大変換の例を示す。拡大倍率1.25の場合、原画像と拡大変換後の画像では、画素数は4:5の簡単な整数比で表される。原画像の4画素から変換後画像の5画素が発生され、これが変換後画像の画素数分だけ繰り返されることにより画像の拡大変換が行われる。図において、“○”は原画像の画素を示し、“●”は原画像の座標に逆マッピングされた拡大変換後の画像の画素を示す。 x は原画像の水平方向の座標を示し、 $d(x)$ は原画像の座標 x における画素データである。一方、 X は拡大変換後画像における水平方向の座標を示し、 $D(X)$ は拡大変換後画像の座標 X における補間画素データである。ここでは水平方向のみを考えるため、垂直方向 y については、簡単のため符号を省略する。変換後画像の画素データは、拡大倍率の逆数 $1/1.25=0.8$ の間隔で、原画像の座標 x に逆マッピングされる。

【0045】図のように、原画像の座標 x の位置に逆マッピングされた変換後画像の画素データを $D(X)$ とすると、座標 $(x+0.8)$ には $D(X+1)$ が、座標 $(x+1.6)$ には $D(X+2)$ が逆マッピングされる。変換後画像の画素 $D(X+1)$ は、原画像の画素 $d(x)$ および $d(x+1)$ を参照画素とする補間により求められ、 $D(X+2)$ は、 $d(x+1)$ および $d(x+2)$ を参照画素とする補間により求められる。逆にみると、原画像の画素 $d(x+1)$ は変換後画像の画素 $D(X+1)$ および $D(X+2)$ に対して寄与があるといえる。また、寄与の大きさは、原画像の画素と逆マッピング位置との相対的な距離をもとに、補間係数として求められる。

【0046】原画像の画素 $d(x)$ は、変換後画像の画素 $D(X-1)$ 、 $D(X)$ および $D(X+1)$ の3画素に対して寄与を有し、原画像の画素 $d(x)$ から見て、それぞれ x 座標の負の方向に0.8 (以降では -0.8 と表す)、0および正の方向に0.8 (以降では単に0.8と表す)の座標に逆マッピングされている。この場合の参照画素と補間画素との位置関係をcase1とする。原画像の画素 $d(x+1)$ は、変換後画像の画素 $D(X+1)$ および $D(X+2)$ に対して寄与があり、 $d(x+1)$ から見た x 座標での相対的な位置は、それぞれ -0.2 および0.6である。この場合の参照画素と補間画素との位置関係をcase2とする。

【0047】原画像の画素 $d(x+2)$ は、変換後画像の画素 $D(X+2)$ および $D(X+3)$ に対して寄与が

あり、 $d(x+2)$ から見た x 座標での相対的な位置は、それぞれ -0.4 および0.4である。この場合の参照画素と補間画素との位置関係をcase3とする。原画像の画素 $d(x+3)$ は、変換後画像の画素 $D(X+3)$ および $D(X+4)$ に対して寄与があり、 $d(x+3)$ から見た x 座標での相対的な位置は、それぞれ -0.6 および0.2である。この場合の参照画素と補間画素との位置関係をcase4とする。

【0048】原画像の画素 $d(x+4)$ は、変換後画像の画素 $D(X+4)$ 、 $D(X+5)$ および $D(X+6)$ の3画素に対して寄与を有し、 $d(x+3)$ から見た x 座標での相対的な位置は、それぞれ -0.8 、0および0.8である。この場合の参照画素と補間画素との位置関係はcase1である。以上から、拡大倍率1.25の場合では、参照画素と補間画素との位置関係はcase1ないしcase4の4通りであることが分かる。原画像の画素が変換後画像に対する寄与の仕方も、case1ないしcase4の4通りが存在する。

【0049】次に、図5の非対称な補間特性を持つ補間および線形補間法それぞれの補間方法で、1画素幅の画像データの変換を行い、対応する変換後画像にどのように変換されるかを調べることにする。上記で述べたとおり、原画像の画素の寄与の大きさは補間係数で与えられ、補間係数は逆マッピングされた補間画素と参照画素との位置関係をもとに求められるので、拡大倍率1.25の場合では、case1ないしcase4の4つの場合について考えればよい。図5の非対称な補間特性は、前述した式(1)に示す指数演算式に基づく補間係数 H および G を用いた場合の補間特性である。ここでは、式(1)の定数 $K=1.5$ と与えることにする。

【0050】まず、case1の場合について、図7を用いて説明する。図7は、case1における画像の変換例を示すものであり、従来の線形補間による画素補間を行った時と本実施の形態による画素補間を行った場合の隣接画素値の差を比較したものである。まず、1画素幅の画像データとして、 $d(x)=100$ および $d(x)$ 以外をゼロと与える。変換後画像の画素 $D(X-1)$ は、参照画素 $d(x-1)$ および $d(x)$ と、補間係数 H および G とから、 $D(X-1)=H \cdot d(x-1)+G \cdot d(x)$ により求められる。この場合、 $d(x-1)=0$ であるので、 $D(X-1)=G \cdot d(x)$ となる。 $D(X-1)$ と $d(x-1)$ の距離 L は、 $L=0.2$ である。式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、 $L=0.2$ を代入し、 $G=0.09$ と求められる。よって、変換後画像の画素 $D(X-1)=0.09 \cdot 100=9$ を得る。

【0051】また、線形補間の場合では、 $G=L=0.2$ であるので、変換後画像の画素 $D(X-1)=0.2 \cdot 100=20$ を得る。同様にして、式(1)に基づく補間係数を用いた補間による変換後画像の画素 $D(X)$

=100および $D(X+1)=28$ 、線形補間による変換後画像の画素 $D(X-1)=100$ および $D(X+1)=20$ を得る。演算の詳細は省略するが、この結果を示したものが、図7である。変換後画像の画素において、線形補間の場合、隣接する画素間の差分は80である。一方、式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、隣接する画素間の差分の小さい方は $D(X)$ と $D(X+1)$ の間における72である。

【0052】次に、case 2について考える。図8は、case 2における画像の変換例を示すものであり、従来の線形補間による画素補間を行った時と本実施の形態による画素補間を行った場合の隣接画素値間の差を比較したものである。まず、1画素幅の画像データとして、 $d(x+1)=100$ および $d(x+1)$ 以外をゼロと与える。図5の非対称な補間特性を持つ補間および線形補間法それぞれの補間方法で、対応する変換後画像の画素 $D(X+1)$ および $D(X+2)$ を求め、その結果を示したものが図8である。(演算の詳細は省略する。)変換後画像の画素において、線形補間の場合、隣接する画素間の差分は40である。一方、式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、隣接する画素間の差分は18である。

【0053】また、case 3について考える。図9は、case 3における画像の変換例を示すものであり、従来の線形補間による画素補間を行った時と本実施の形態による画素補間を行った場合の隣接画素値間の差を比較したものである。まず、1画素幅の画像データとして、 $d(x+2)=100$ および $d(x+2)$ 以外をゼロと与える。図5の非対称な補間特性を持つ補間および線形補間法それぞれの補間方法で、対応する変換後画像の画素 $D(X+2)$ および $D(X+3)$ を求め、その結果を示したものが図9である。(演算の詳細は省略する。)変換後画像の画素において、線形補間の場合、 $D(X+2)=D(X+3)=60$ となり、同じ濃度値の画素が並び、従って、隣接する画素間の差分は0である。一方、式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、隣接する画素間の差分は28である。

【0054】最後に、case 4について考える。図10は、case 3における画像の変換例を示すものであり、従来の線形補間による画素補間を行った時と本実施の形態による画素補間を行った場合の隣接画素値間の差を比較したものである。まず、1画素幅の画像データとして、 $d(x+3)=100$ および $d(x+3)$ 以外をゼロと与える。図5の非対称な補間特性を持つ補間および線形補間法それぞれの補間方法で、対応する変換後画像の画素 $D(X+3)$ および $D(X+4)$ を求め、その結果を示したものが図10である。(演算の詳細は省略する。)演算の詳細は省略する。変換後画像の画素において、隣接する画素間の差分は40である。一方、式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、隣接する

画素間の差分は66である。

【0055】変換後画像の隣接する画素間の差分の最小値に注目する。線形補間による変換では、case 3において変換後画像の隣接する画素間の差分が0になる。この場合、原画像では1画素幅の画像データが、変換後画像において2画素幅の画像データとして現れるため、ぼやけとして視認される。一方、図5に示す非対称な補間特性を持つ補間による変換では、case 2において、変換後画像の隣接する画素間の差分の最小値18をとる。この場合、隣接する画素間の差分が0でなく、2画素幅の画像データとして視認されにくいいため、線形補間に比べて拡大変換画像のぼやけを抑制することができる。

【0056】線形補間による変換後画像のぼやけの原因の1つは、補間係数の変化の割合が緩やかなことであった。case 3において、 $D(X+2)$ および $D(X+3)$ は、 $d(x+2)$ からみて、それぞれx座標の負および正方向に0.4の距離に位置する。線形補間の補間特性は、補間位置に関して対称であるため、等距離にある補間画素を求めるための補間係数も等しくなる。つまり、原画像の1画素幅の画像データに対して、変換後画像の隣接画素が同値をとるため、対応する画像データは2画素幅となってしまう。これが、線形補間による変換後画像のぼやけのもう1つの原因である。従って、図5に示すような補間位置に関して非対称な補間特性を持つ補間演算手段を用いると、先に述べたように補間係数の変化を急峻にできると同時に、等距離にある補間画素に対して補間係数を不均等にすることが可能となり、例えば、幅の細い画像データの拡大変換を行った場合でも、幅の太い画像として視認されにくくなる。

【0057】図11は、実施の形態1の補間係数Hと式(1)の定数Kとの関係を示す図である。式(1)に基づく補間係数Hは、変化の割合の急峻さを、定数Kによって自由に調整することができる。K=1に近づけるほど、線形補間法に近づくことになる。すなわち、定数Kを変えることによって、補間画素と参照画素の距離に対する補間係数の変化の急峻さを変化させるとともに、補間画素への参照画素の寄与の不均等な割合を変化させるため、拡大変換画像の鮮鋭度の調整を容易に行うことができる。

【0058】また、図12は、実施の形態1における位置情報発生手段3の構成例を示すブロック図である。図において、35は加算手段、36はフリップ・フロップ(FF)、37、38および39は端子、40は加算手段、41はフリップ・フロップ、42、43および44は端子である。

【0059】本構成例において、倍率情報 x は水平方向の拡大倍率の逆数を示すものとして、端子37から入力される。加算手段35では、拡大倍率の逆数 x とフリップ・フロップ36の出力とが加算され、加算結果が

フリップ・フロップ36に供給される。拡大変換後画像の画素データ毎のクロックに同期して、加算結果はフリップフロップ36により出力され、さらに加算手段35に供給される。これを繰り返すことにより、水平方向の拡大倍率の逆数 Z_x は、加算手段35とフリップフロップ36により累積加算される。フリップ・フロップ36の出力の整数部分は、補間に使う参照画素データの水平方向のアドレス情報 x として端子38から出力される。フリップ・フロップ36の出力の小数部分は、水平方向の座標 x から補間画素位置までの距離を示す p として端子39から出力される。

【0060】また、倍率情報 Z_y は垂直方向の拡大倍率の逆数を示すものとして、端子42から入力される。加算手段40では、拡大倍率の逆数 Z_y とフリップフロップ41の出力とが加算され、加算結果がフリップフロップ41に供給される。拡大変換後画像の1ラインの走査周期に同期して、加算結果はフリップフロップ41により出力され、さらに加算手段40に供給される。これを繰り返すことにより、垂直方向の拡大倍率の逆数 Z_y は、加算手段40とフリップフロップ41により累積加算される。フリップフロップ41の出力の整数部分は、補間に使う参照画素データの垂直方向のアドレス情報 y として端子43から出力される。フリップフロップ41の出力の小数部分は、垂直方向の座標 y から補間画素位置までの距離を示す q として端子44から出力される。

【0061】図13は、変換後画像の画素を原画像の座標 x に対して逆マッピングした例を水平方向について示す図であり、例えば、拡大倍率1.25の変換後画像の画素を、原画像の座標 x に対して逆マッピングした例を水平方向について示す図である。図において、“○”は原画像の画素を示し、原画像の座標 $x=0$ から順に、 $d(0)$ 、 $d(1)$ 、 $d(2)$ ・・・とする。横軸は原画像の座標 x を示す。“●”は拡大変換後の画像の画素を示し、原画像に対して1.25倍に拡大変換され、原画像の座標に対して図13に示すように逆マッピングされる。原画像の座標 $x=0$ から順に、変換後画像の画素を $D(0)$ 、 $D(1)$ 、 $D(2)$ 、・・・とする。変換後画像の画素数は原画像に対して、1.25倍となっており、変換後画像の画素を原画像の座標に逆マッピングするには、画素と画素の間隔を $1/(1.25)$ にとる必要がある。

【0062】従って変換後画像の画素は、拡大倍率の逆数 $Z_x=1/(1.25)=0.8$ の間隔で逆マッピングされる。例えば、変換後画素 $D(1)$ は $x=0.8$ の位置に、 $D(2)$ は $x=0.8 \times 2=1.6$ の位置に、 $D(3)$ は $x=0.8 \times 3=2.4$ の位置に逆マッピングされる。このことから変換後の画素が逆マッピングされる位置は、拡大倍率の逆数 $Z_x=0.8$ の累積加算結果を x 座標とする位置となることが分かる。図において $\Sigma(Z_x)$ は水平方向の拡大倍率の逆数を累積加算した

値であり、括弧内は整数部および小数部に分けて表したものである。また、変換後の画素 $D(1)$ の x 座標 $x=0.8$ の整数部である0は、 $D(1)$ の前後にある原画像の画素が $d(0)$ と $d(1)$ であることを示す。また、小数部である0.8は、逆マッピングされた $D(1)$ と原画像の画素 $d(0)$ との距離を示す。

【0063】また同様に、 $D(2)$ の x 座標 $x=1.6$ の整数部1は、 $D(2)$ の前後の原画像の画素が $d(1)$ と $d(2)$ であることを示し、小数部0.6は、 $D(2)$ と原画像の画素 $d(1)$ との距離を示す。図において p は、 Z_x の累積加算値の小数部であり、整数部の座標と逆マッピングされた座標との距離を示す。このように、拡大倍率 Z_x の累積加算値を求めることにより、累積加算値の整数部から補間に必要な参照画素の水平方向のアドレス情報を、小数部から補間画素の位置と参照画素との水平方向の距離を得ることができる。垂直方向に関しても、同様の手順にてアドレス情報および補間画素位置と参照画素との距離を得ることができる。以上のように、実施の形態1における画素数変換装置において、位置情報発生手段3を図12のように構成することにより、任意の拡大倍率による画素数変換画像を得ることができる。

【0064】実施の形態2. 前述の実施の形態1は式(1)に基づく演算式を用いた場合について説明したが、次に示す式(2)の折れ線関数に基づく演算式を用いても、非対称な補間特性をもたらす補間係数 H および G を得ることができる。

【0065】

【数6】

$$H=1-\{aj \cdot (L-bj)+cj\} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$G=1-H=aj \cdot (L-bj)+cj$$

H, G : 補間係数

a_j, b_j, c_j : 定数

$j=0, 1, 2, 3, \dots$

【0066】図14は、前述した実施の形態1における補間係数発生手段4および5の別の構成を示す図である。なお、ここで、実施の形態1における補間係数発生手段4および5に対応する実施の形態2における補間係数発生手段をそれぞれ54および55とする。図において、22は比較手段、23は減算手段、24および25は選択手段、26は乗算手段、27は加算手段、28は減算手段、29、30、31、32、33および34は端子である。

【0067】図21の $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間を例に、水平方向の補間係数を発生する図14で示される補間係数発生手段54の動作の説明を行う。端子29から位置情報発生手段3で発生された補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ との水平方向の距離 p が入力される。端子30から

17

定数 b_0 および b_1 が入力され、端子 31 から定数 a_0 および a_1 が入力され、端子 32 から定数 c_0 および c_1 が入力される。ここで、 $0 \leq b_0 < b_1 \leq 1$ 、 $0 \leq c_0 < c_1 \leq 1$ である。 a_0 および a_1 は選択手段 24 に、 b_0 および b_1 は比較手段 22 に、 c_0 および c_1 は選択手段 25 にそれぞれ供給される。

【0068】この例においては、 $c_0 = 0$ 、 $b_0 = 0$ であるとする。また、式 (2) に示す折れ線関数に基づく補間係数 G は、 $b_0 (= 0) \leq L < b_1$ の領域では、 $j = 0$ すなわち定数 a_0 、 b_0 、 c_0 を用いた 1 次関数 $G = a_0 \cdot (L - b_0) + c_0 = a_0 \cdot L$ を満たし、 $b_1 \leq L < b_2$ の領域では、 $j = 1$ すなわち定数 a_1 、 b_1 、 c_1 を用いた 1 次関数 $G = a_1 \cdot (L - b_1) + c_1$ を満たすものである。補間係数 H もこれに従うものである。位置情報発生手段 3 により発生された p は、比較手段 22 および減算手段 23 に供給される。比較手段 22 では、 p と定数 $b_0 (= 0)$ および b_1 との比較が行われ、比較結果 j および b_j が発生される。

【0069】 $0 \leq p < b_1$ を満たすとき $j = 0$ であり、 $b_1 \leq p < 1$ を満たすとき $j = 1$ である。 b_j は減算手段 23 に供給され、減算手段 23 では、比較結果 b_j および p から減算結果 $p - b_j$ が発生され、乗算手段 26 に供給される。比較結果 j は選択手段 24 および選択手段 25 に供給され、 a_0 および a_1 、 $c_0 (= 0)$ および c_1 から比較結果 j に基づくそれぞれの選択結果 a_j および c_j が発生され、 a_j は乗算手段 26 に、 c_j は加算手段 27 にそれぞれ供給される。乗算手段 26 では、減算結果 $p - b_j$ と選択結果 a_j とから乗算結果 $a_j \cdot (p - b_j)$ が発生され、加算手段 27 に供給される。

【0070】加算手段 27 では、乗算結果 $a_j \cdot (p - b_j)$ と選択結果 c_j とから加算結果 $a_j \cdot (p - b_j) + c_j$ が出力され、水平方向の補間係数 G_x として端子 33 から出力されるとともに、減算手段 28 に供給される。減算手段 28 では、減算結果 $1 - \{a_j \cdot (p - b_j) + c_j\}$ が発生され、補間係数 H_x として端子 34 から出力される。 H_x および G_x は、式 (2) において $L = p$ を代入した場合の H および G とそれぞれ等しい。垂直方向の補間係数発生手段 55 に対しては、図 22 の $t(y)$ および $t(y+1)$ から補間画素 D を求める垂直方向の補間を例に考えれば良い。

【0071】図 15 は、図 14 に示した実施の形態 2 の補間係数発生手段 54 および 55 によって発生される補間係数を示す略図である。まず、図 21 に示した $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間の例を対応させながら、補間係数発生手段 54 について説明を行う。図 15 の横軸は、逆マッピングされた補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ との水平方向あるいは垂直方向の距離を示す。補間係数発生手段 54 には、補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ との水

18

平方方向の距離 p が供給される。

【0072】この場合、図 15 においては $L = p$ である。図 14 に示した補間係数発生手段 54 および 55 は、式 (2) の指数関数演算に基づく補間係数を発生するものであり、水平方向の補間係数 H_x および G_x は、 $L = p$ を式 (2) に代入したときの H および G である。図 15 (1) の H は、参照画素 $d(x, y)$ に乗ぜられる補間係数であり、図 15 (2) の G は参照画素 $d(x+1, y)$ に乗ぜられる補間係数である。図 15 (1) に示すように、補間係数 H は、補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ の距離を示す値 $L (= p)$ の増加に伴って、単調減少しており、 $L = 1$ に近い領域で H の傾きは -1 より小さい。

【0073】一方、図 15 (2) に示すように、補間係数 G は L の増加に伴って、単調増加しており、 $L = 1$ に近い領域での G の傾きは 1 より大きい。逆に、補間画素 D と参照画素 $d(x+1, y)$ との距離 $1 - L$ の増加、すなわち L の減少に伴って G は単調減少しているといえる。補間係数発生手段 55 については、図 22 における垂直方向の補間の例が対応しており、式 (2) に $L = q$ を代入させた場合を考えれば良いので、詳しい説明を省略する。

【0074】図 15 に示したとおり、補間画素と参照画素の距離に対しての補間係数 H および G は、 $L = 1$ に近い領域で急峻な変化をする。補間係数とは、それぞれ対応する参照画素が、補間画素に対してどれだけの寄与があるかを示す係数である。補間画素への参照画素の寄与の割合の変化が急峻なものとなるため、ぼやけの少ない拡大変換画像を得ることができる。

【0075】図 16 は、これらの補間係数を用いた場合の補間演算手段 6、7 および 8 の補間特性を示す略図である。縦軸は補間係数を示し、横軸は逆マッピングされた補間画素の座標位置からみた相対位置を示す。図 21 に示した $d(x, y)$ および $d(x+1, y)$ から $t(y)$ を求める水平方向の補間の例を対応させると、図 21 において $L = p$ である。横軸負側には補間係数 H が対応し、横軸 $-L (= -p)$ での補間係数が $d(x, y)$ に乗ずる補間係数 H である。また、横軸正側には補間係数 G が対応し、横軸 $1 - L (= 1 - p)$ での補間係数が $d(x+1, y)$ の補間係数 G である。図 16 に示した補間特性は、横軸座標 0 を中心として非対称となっている。

【0076】図 16 に示すように、補間位置に関して非対称な補間特性を持つ補間の場合、先に述べたように補間係数の変化を急峻にできると同時に、等距離にある補間画素を求めるための補間係数を不均等にすることができる。従って、線形補間に比べて、拡大変換画像のぼやけを抑制することができる。

【0077】さらに、定数 a_0 、 a_1 、 b_0 、 b_1 、 c_0 および c_1 を変化させ、折れ線の形状を変えることに

より、補間画素と参照画素の距離に対しての補間係数HおよびGの変化の急峻さを変更することができ、拡大変換画像の鮮鋭度の調整が可能となる。本実施の形態では、式(2)の一例として2本の折れ線を用いた場合について説明したが、図17に示すような3本の直線からなる折れ線による補間係数を用いてもよい。この場合、2本の折れ線によって補間係数HおよびGを発生する場合よりも、より細やかな拡大変換画像の鮮鋭度の調整が可能である。

【0078】

【発明の効果】この発明に係る画素数変換装置は、原画像のデジタル画素データを一時記憶するメモリと、補間に使用する参照画素を原画像の前記デジタル画像データから抽出して参照画素のアドレス情報を発生するとともに、補間画素と参照画素との距離を発生する位置情報発生手段と、位置情報発生手段によって発生されたアドレス情報をもとに、メモリから補間参照画素データを読み出すメモリ制御手段と、位置情報発生手段により発生された補間画素と参照画素との距離に対して単調減少関数で表され、この単調減少関数の少なくとも一部において1次微分が-1より小さい値をとる補間係数を発生する補間係数発生手段と、メモリ制御手段によって読み出された参照画素と前記補間係数発生手段により発生された前記補間係数とから補間演算を行う補間演算手段とを備えているので、補間画素と参照画素の距離に対し、補間画素への参照画素の寄与の変化の割合が急峻となり、濃度変化の激しい原画像であっても、より上位の画素数の表示デバイスを有した表示装置に滑らかでばやけの少ない拡大変換画像を供給することのできる画素数変換装置を実現することができる。

【0079】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、補間演算手段の補間特性が補間画素位置を中心として非対称となるような補間係数を発生するので、等距離にある参照画素に対しても補間画素への参照画素の寄与が不均等となり、幅の細い画像データの拡大変換を行った場合でも幅の太い画像データとして視認されにくい拡大変換画像を得ることができる。

【0080】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、予め与えた定数Kに対して、前述の式(1)に示す指数演算式に基づく補間係数を発生するので、定数Kを変えることによって、補間画素と参照画素の距離に対する補間係数の変化の急峻さを変化させるとともに、補間画素への参照画素の寄与の不均等な割合を変化させるため、拡大変換画像の鮮鋭度の調整を容易に行うことができる。

【0081】また、この発明に係る画素数変換装置の補間係数発生手段は、予め与えた定数 a_j 、 b_j 、 c_j に対して、前述の折れ線関数である式(2)に示す1次演算式に基づく補間係数を発生するので、補間係数の算出が簡単な演算で可能であるとともに、定数を変えること

によって補間画素と参照画素の距離に対する補間係数の変化の急峻さを変化させて補間画素への参照画素の寄与の不均等な割合を変化させることもできるので、拡大変換画像の鮮鋭度の調整も容易に行うことができる。

【0082】また、この発明に係る画素数変換装置の位置情報発生手段は、拡大倍率の逆数を累積加算し、累積加算結果の整数部分をもとに補間に使用する参照画素のアドレス情報を発生し、累積加算結果の小数部分をもとに補間画素と参照画素との距離を発生するようにしたので、拡大倍率が整数倍でない任意の拡大倍率に対しても画質劣化の生じない拡大変換画像を提供できる画素数変換装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1による画素数変換装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1による補間係数発生手段の構成例を示すブロック図である。

【図3】 実施の形態1による補間演算手段の構成例を示すブロック図である。

【図4】 実施の形態1の補間係数を示す図である。

【図5】 実施の形態1の補間演算手段の補間特性を示す図である。

【図6】 原画像の画素と変換後画像の画素との位置関係を示す図である。

【図7】 case 1における画像の変換例を示す図である。

【図8】 case 2における画像の変換例を示す図である。

【図9】 case 3における画像の変換例を示す図である。

【図10】 case 4における画像の変換例を示す図である。

【図11】 実施の形態1の補間係数Hと定数Kの関係を示す図である。

【図12】 実施の形態1の位置情報発生手段の構成例を示すブロック図である。

【図13】 変換後画像の画素を原画像の座標xに対して逆マッピングした例を水平方向について示す図である。

【図14】 実施の形態2による補間係数発生手段の構成例を示すブロック図である。

【図15】 実施の形態2による補間係数発生手段による補間係数を示す図である。

【図16】 実施の形態2による補間演算手段の補間特性を示す図である。

【図17】 実施の形態2による別の補間係数発生手段による補間係数を示す図である。

【図18】 変換前の原画像と拡大変換後の画像との関係を概略的に示す図である。

【図19】 逆マッピングを説明するための図である。

【図 20】 従来のデジタル画像の画素数交換装置を示す図である。

【図 21】 水平方向および垂直方向の補間を独立に行う手順を示す図である。

【図 22】 水平方向および垂直方向の補間を独立に行う手順を示す図である。

【図 23】 線形補間法の補間係数を示す図である。

【図 24】 線形補間法の補間特性を示す図である。

【図 25】 ゼロ次ホールド法の補間係数を示す図である。

【図 26】 ゼロ次ホールド法の補間特性を示す図である。

【符号の説明】

1 メモリ制御手段
3 位置情報発生手段
発生手段

2 メモリ
4, 5 補間係数

* 6, 7, 8 補間演算手段
10 減算手段
3 端子

14, 15 乗算手段

17, 18, 19, 20, 21 端子

22 比較手段

24, 25 選択手段

27 加算手段

29, 30, 31, 32, 33, 34 端子

35 加算手段

37, 38, 39 端子

41 フリップ・フロップ

端子

41 フリップ・フロップ

* 54, 55 補間係数発生手段

9 K乗演算値発生手段

11, 12, 1

16 加算手段

23 減算手段

26 乗算手段

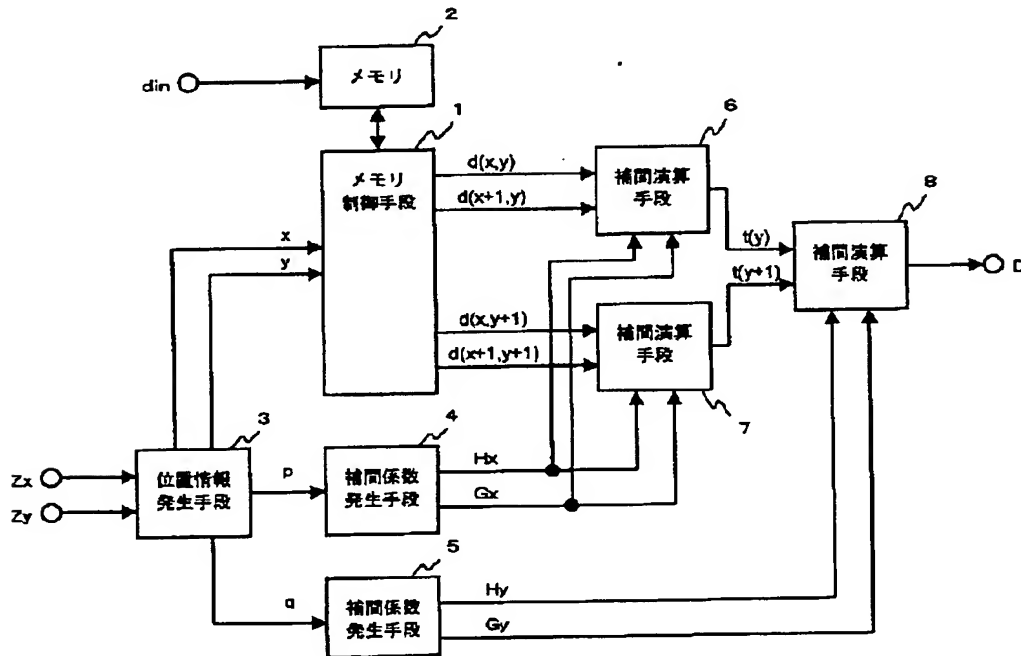
28 減算手段

36 フリップ

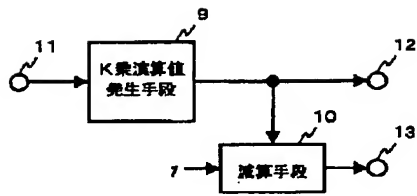
40 加算手段

42, 43, 44

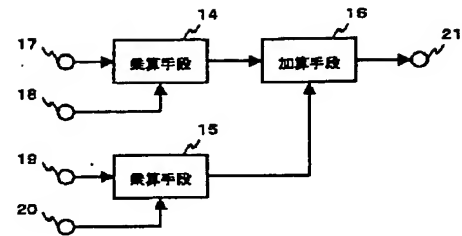
【図 1】



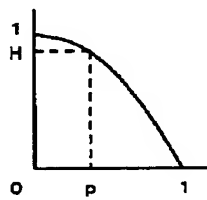
【図2】



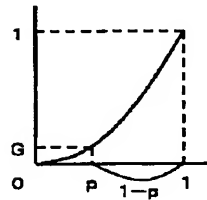
【図3】



【図4】

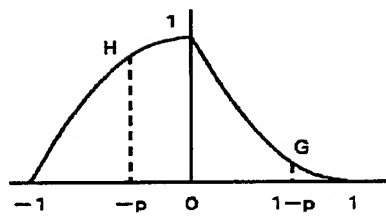


(1)

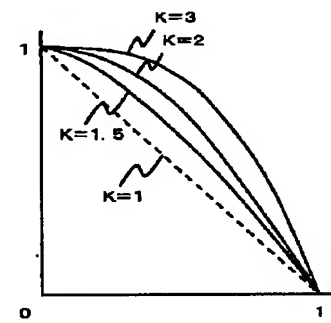


(2)

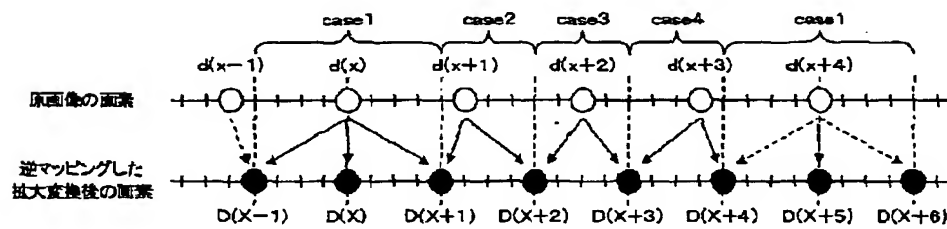
【図5】



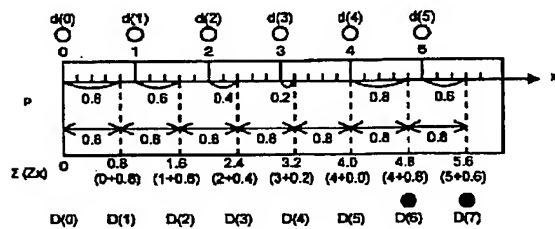
【図11】



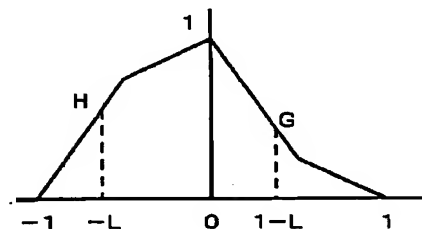
【図6】



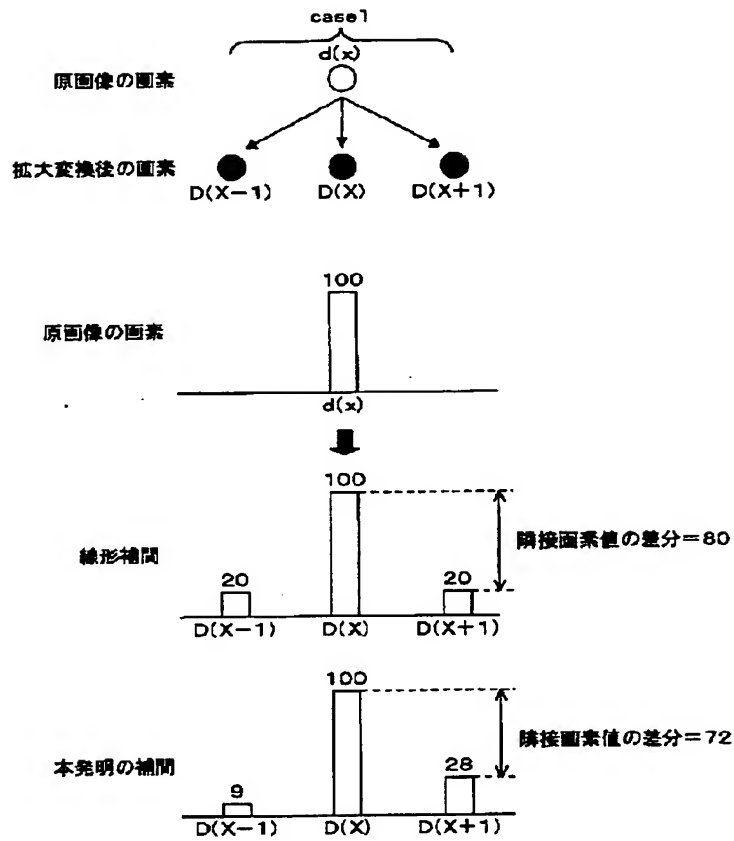
【図13】



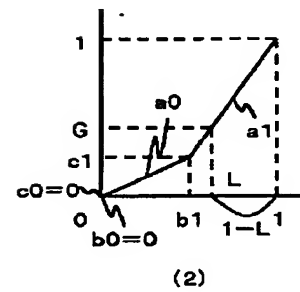
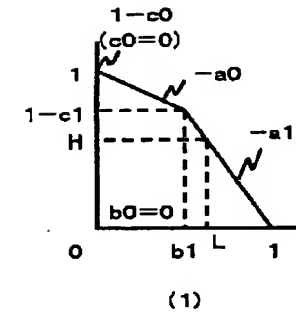
【図16】



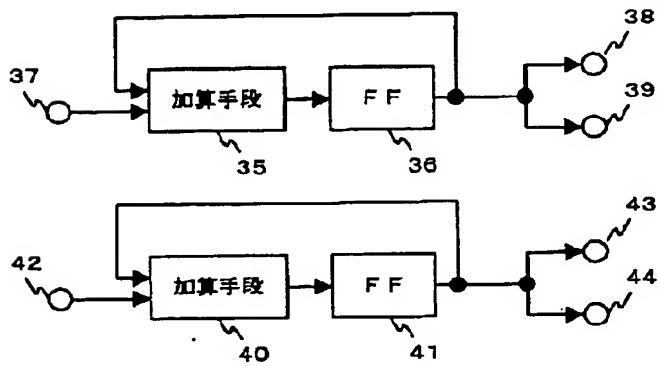
【図7】



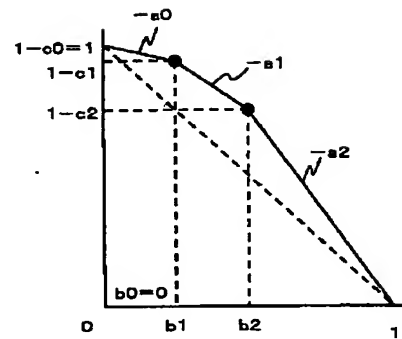
【図15】



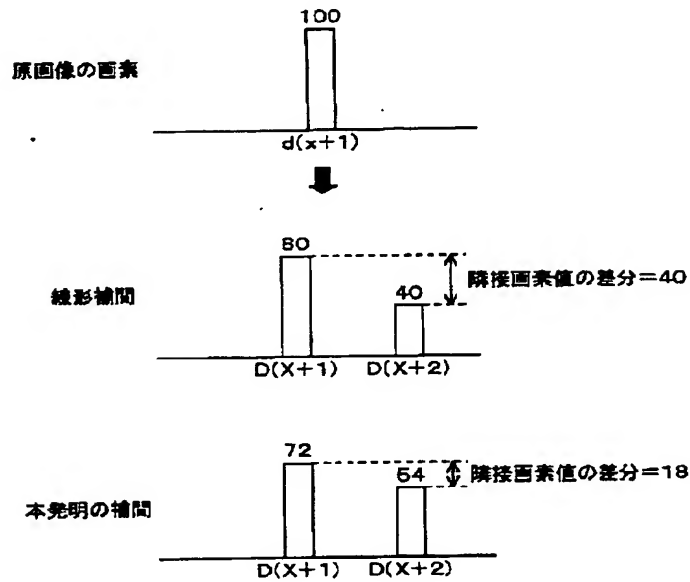
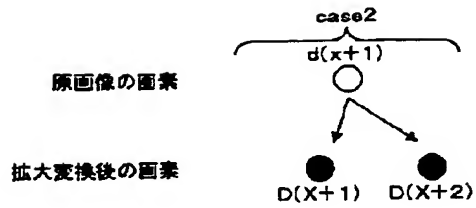
【図12】



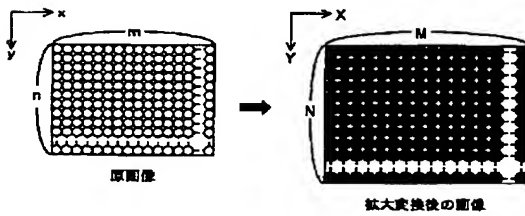
【図17】



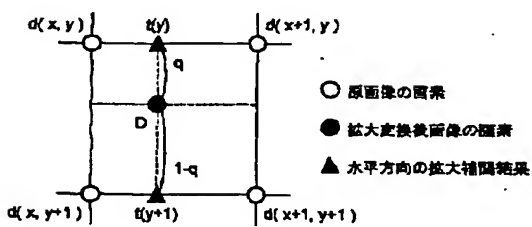
【図8】



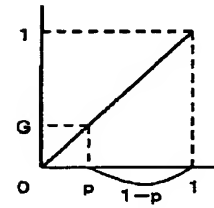
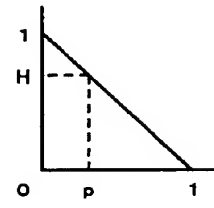
【図18】



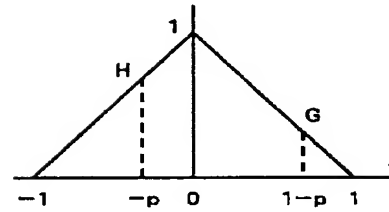
【図22】



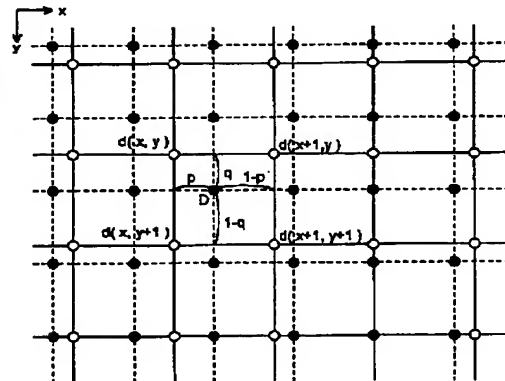
【図23】



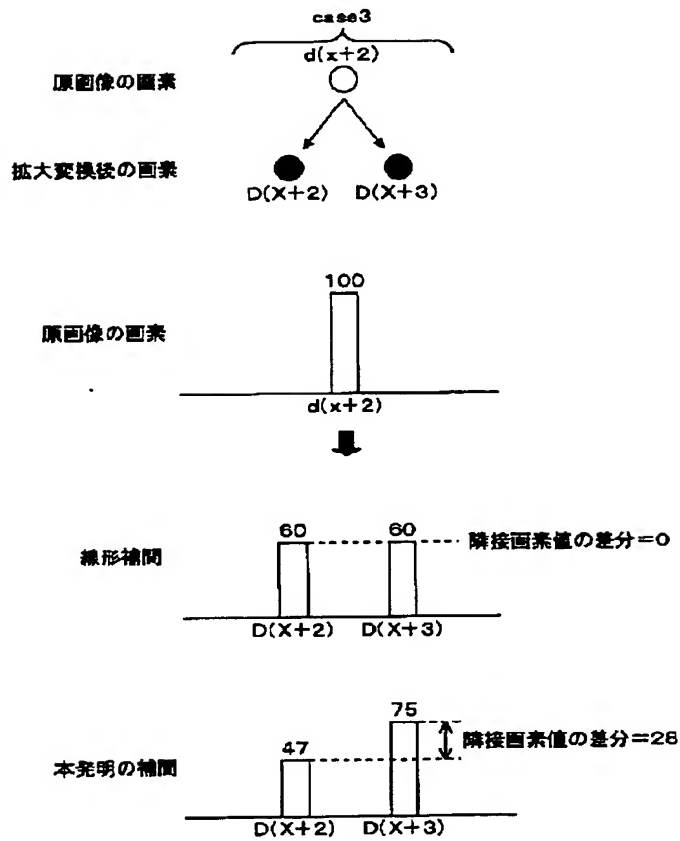
【図24】



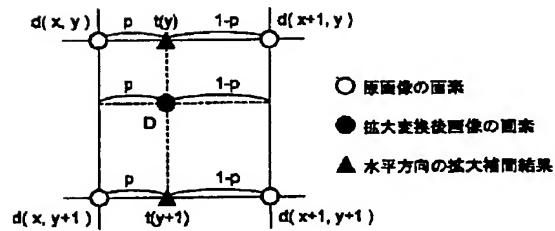
【図19】



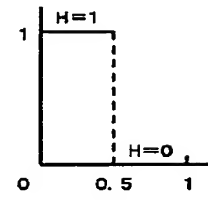
【図9】



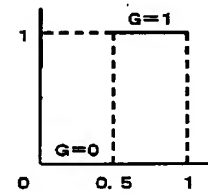
【図21】



【図25】

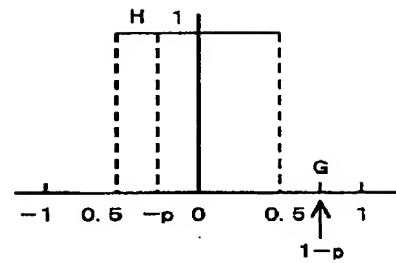


(1)

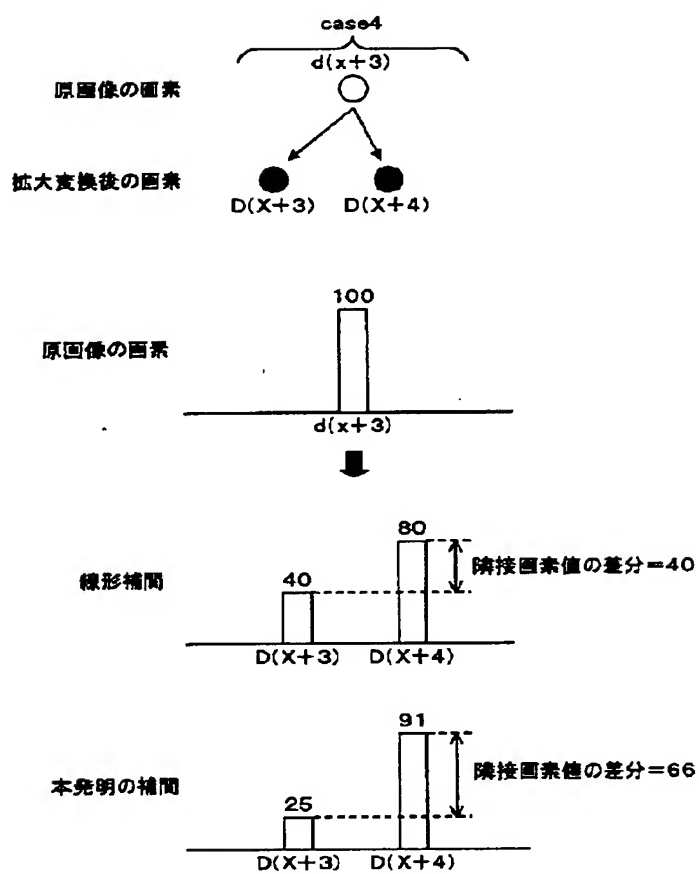


(2)

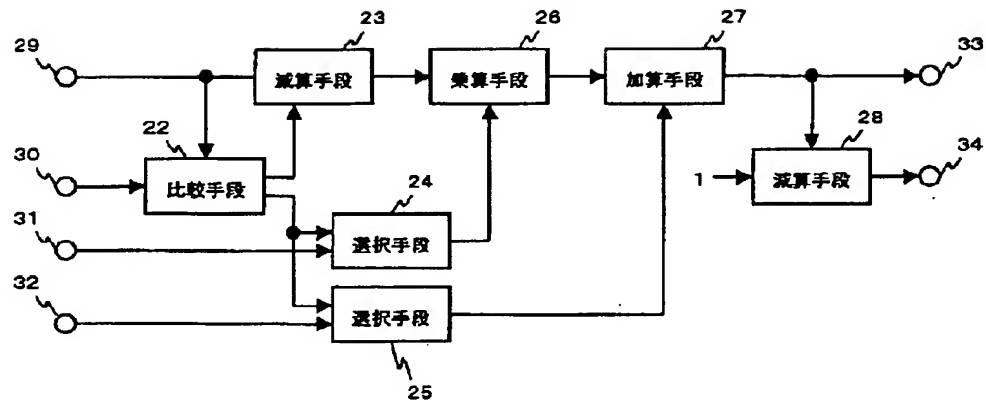
【図26】



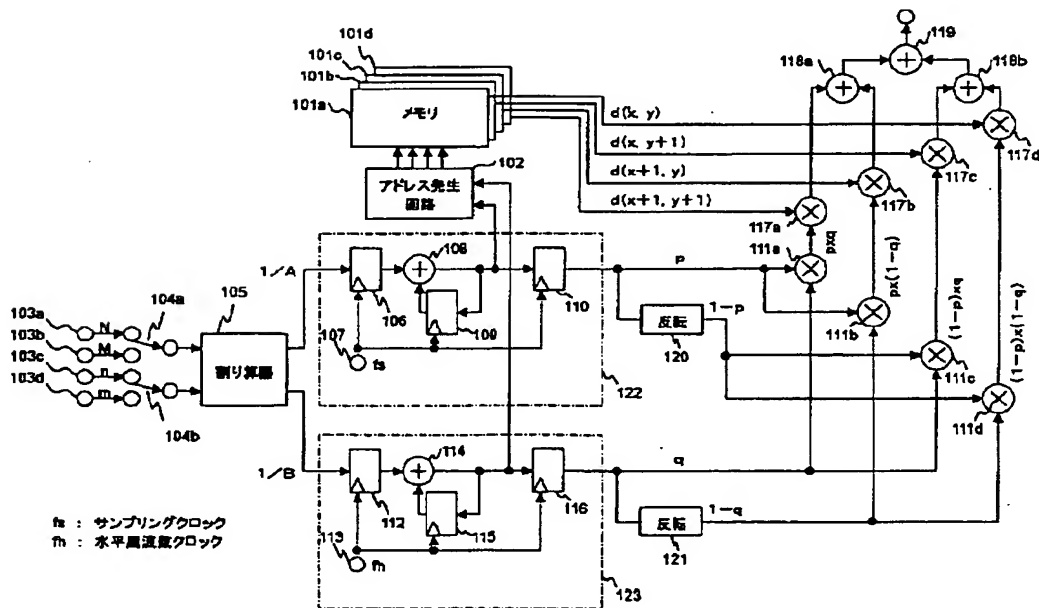
【図10】



【図14】



【図20】



【手続補正書】

【提出日】平成10年12月16日（1998.12.16）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】次に動作について説明する。原画像の画素データ d_{in} がメモリ2へ一時記憶される。倍率情報 Z (Z_x, Z_y) が位置情報発生手段3に入力される。位置情報発生手段3では倍率情報 Z (Z_x, Z_y) に従って、原画像の画素データから補間演算に使用する参照画素を特定する水平方向および垂直方向のアドレス情報 (x, y) と、参照画素のうちアドレス情報 (x, y) に位置する画素 $d(x, y)$ と補間画素との間の水平方向距離 p および垂直方向の距離 q が発生される。アドレス情報 (x, y) はメモリ制御手段1に供給される。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】最後に、case 4について考える。図10は、case 3における画像の変換例を示すものであり、従来の線形補間による画素補間を行った時と本実施の形態による画素補間を行った場合の隣接画素値間の差を比較したものである。まず、1画素幅の画像データと*

として、 $d(x+3) = 100$ および $d(x+3)$ 以外をゼロと与える。図5の非対称な補間特性を持つ補間および線形補間法それぞれの補間方法で、対応する変換後画像の画素 $D(X+3)$ および $D(X+4)$ を求め、その結果を示したものが図10である。（演算の詳細は省略する。）変換後画像の画素において、隣接する画素間の差分は40である。一方、式(1)に基づく補間係数を用いた補間の場合、隣接する画素間の差分は66である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】この場合、図15においては $L = p$ である。図14に示した補間係数発生手段54および55は、式(2)に基づく補間係数を発生するものであり、水平方向の補間係数 H_x および G_x は、 $L = p$ を式(2)に代入したときの H および G である。図15(1)の H は、参照画素 $d(x, y)$ に乗ぜられる補間係数であり、図15(2)の G は参照画素 $d(x+1, y)$ に乗ぜられる補間係数である。図15(1)に示すように、補間係数 H は、補間画素 D と参照画素 $d(x, y)$ の距離を示す値 $L (= p)$ の増加に伴って、単調減少しており、 $L = 1$ に近い領域で H の傾きは -1 より小さい。

フロントページの続き

(51)Int.CI.⁷
H04N 1/393

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H04N 1/393

G06F 15/66

355C

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12
CB16 CD06 CH08 CH11 DB02
DB09 DC03
5C076 AA21 BA04 BA06 BB04 CB04
5C080 AA05 AA10 AA18 BB05 DD01
DD02 EE21 EE29 JJ01 JJ02
JJ05 KK02
5C082 AA01 BA12 BA35 BB15 BD02
CA33 CA81 CA84 CA85 CB01
MM10